



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2020/2021

Nº de proyecto: 300

Laboratorio en abierto: aPrendiendo a CopiaR el ADN

Responsable del proyecto:

M. Rosario Linacero de la Fuente

Facultad de Ciencias Biológicas

Departamento: Genética, Fisiología y Microbiología Unidad Docente de Genética

1.- Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El proyecto está enfocado a la formación científica de estudiantes de secundaria

Los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria de las ciencias tienen como objetivo:

- 1.- Motivar a los alumnos al ser parte activa del aprendizaje
- 2.- Desarrollar sus actitudes científicas
- 3.- Enseñar técnicas de laboratorio
- 4.- El aprendizaje de conocimientos científicos
- 5.- Conocer y utilizar el método científico
- 6.- Promover la capacidad de síntesis y la creatividad de los alumnos

El objetivo principal del proyecto es la puesta a punto de recursos educativos en abierto (REA) dirigidos a los alumnos de secundaria. El punto de partida será plantear diferentes retos y situaciones que se pueden resolver utilizando distintos recursos científicos, para decidir qué recurso es el más adecuado y cómo se aplica.

En esta propuesta la resolución de los problemas planteados estaría basada en la aplicación de una herramienta que ha revolucionado la genética y biología, la reacción en Cadena de la Polimerasa, conocida como PCR.

Las actividades propuestas brindan a los estudiantes la posibilidad de entender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica, cómo trabajan los científicos, qué valores promueve la ciencia y cómo se relaciona ésta con la sociedad.

Los objetivos de aprendizaje del presente proyecto son promover en los estudiantes de secundaria:

- El interés y las competencias en el área de Genética.
- Actitudes científicas como la curiosidad, la objetividad o la observación que conllevan a plantearse preguntas que se pueden resolver con un diseño experimental sencillo.
- Capacidades para diseñar un experimento y aplicar técnicas básicas como la PCR.
- Capacidades para interpretar los resultados obtenidos en el laboratorio y exponer las conclusiones.
- El conocimiento tanto de las aplicaciones técnicas de la Ciencia como su capacidad de cambiar la sociedad.
- La colaboración con centros educativos de enseñanza secundaria para mejorar la participación y el aprendizaje del alumnado en disciplinas científicas.

El desarrollo del proyecto dará lugar al diseño de recursos docentes en abierto que permitan divulgar y aplicar el trabajo en los centros de secundaria.

2.- Objetivos alcanzados.

- Promover actitudes científicas como la curiosidad, la objetividad o la observación que conlleven a plantearse preguntas que se pueden resolver con un diseño experimental sencillo.

Los alumnos en bachillerato conocen la estructura y función del ADN así como el proceso de la mutación, sin embargo no aparece en el currículo las técnicas que se pueden utilizar para detectar diferencias en el ADN. Con este taller los alumnos han podido aproximarse al conocimiento de estas técnicas y su aplicación para la resolución de problemas reales.

El taller virtual, realizado sobre genética forense, ha supuesto para los alumnos aprender

ciencia en contexto a través de una controversia socio-científica. Los contextos cercanos y reales son los que tienen más sentido para los estudiantes y los que despiertan su interés, favoreciendo una disposición positiva hacia el aprendizaje

- Capacidades para diseñar un experimento y aplicar técnicas básicas de Biología Molecular y Capacidades para interpretar los resultados obtenidos en el laboratorio y exponer las conclusiones.

En la práctica presencial los alumnos se han familiarizado con la utilización de material común en técnicas de Biología Molecular, tales como micropipetas, centrífugas, fuentes de electroforesis y termocicladores. A lo largo de la actividad los estudiantes no sólo han desarrollado los protocolos que se les habían facilitado sino que han sido conscientes de la utilidad de su aplicación para resolver el caso. Además, durante todas las explicaciones teóricas se han utilizado términos genéticos para enriquecer el conocimiento de los alumnos de secundaria en esta disciplina de la Biología.

En el taller online los alumnos fueron capaces de transferir el conocimiento adquirido durante el taller a las situaciones reales que se les plantearon y vieron que tener un conocimiento técnico ayuda a resolver problemas de la vida real.

- Capacidades para interpretar los resultados y exponer las conclusiones

El diseño de las actividades, presencial y online, y el análisis de los resultados que se van obteniendo permiten estimular la curiosidad de los estudiantes. En el taller online se planteó a los estudiantes un caso real para que lo resolvieran de forma activa siempre guiados por el profesor responsable de cada grupo de trabajo. Se les expuso a una forma científica de razonar y plantear los posibles obstáculos técnicos y sociales. Cuando se volvió a la sala común de trabajo, cada grupo fue responsable de exponer sus resultados de forma sintética, el debate posterior permitió a los estudiantes obtener una conclusión final.

- El conocimiento de las aplicaciones técnicas de la Ciencia como su capacidad de modificar el medio.

Las distintas herramientas experimentales que se han utilizado han permitido transmitir a los alumnos la importancia de las herramientas genéticas para la resolución de problemas reales. El diseño de las actividades, presencial y online, y el análisis de los resultados que se van obteniendo permiten estimular la curiosidad de los estudiantes.

En este caso la actividad presencial se ha basado en determinar la existencia de un posible fraude en la comercialización de una carne de hamburguesa. Las metodologías que se han aplicado podrían utilizarse en otros campos (estudios clínicos, de ecología, de biotecnología industrial, análisis forenses...).

En la actividad online se les ha informado sobre las técnicas derivadas de la PCR más actuales para que comprendan sus características, sus aplicaciones y sus limitaciones.

De manera complementaria, a lo largo de la actividad se han ido recopilando imágenes de los alumnos trabajando en el laboratorio y en los talleres online. Este material ha sido integrado en una infografía (del inglés *informational graphics*), creada mediante el programa *Piktochart*. La infografía permite la difusión visual de la información de manera iconográfica, por combinación de sencillas imágenes esquemáticas. Los resultados del trabajo pueden consultarse en el siguiente enlace:

<https://create.piktochart.com/output/32934826-new-piktochart>

Se ha incluido el guion correspondiente a la actividad desarrollada e imágenes de los estudiantes realizando la práctica.

Al final de la sesión presencial se ha analizado el interés de la actividad entre los estudiantes de secundaria mediante encuestas con el objetivo de analizar si la actividad ha tenido el interés esperado.

Preguntas incluidas en la encuesta:

1. ¿Cuál es tu edad?
2. ¿Qué estudios quieres realizar?
3. A continuación te pedimos que indiques tu interés por la ciencia en general
4. El trabajo de los investigadores es muy importante
5. Interés de la actividad realizada
6. El diseño y la organización de la actividad me parece apropiado
7. El trabajo de laboratorio me ha resultado interesante
8. He aprendido técnicas que no conocía
9. Los profesores han resuelto las dudas y preguntas
10. Valora las instalaciones donde se han realizado las prácticas
11. La actividad realizada ha cubierto mis expectativas
12. Valoración global de la actividad realizada

Las cuestiones se han valorado de 1 a 6 (siendo 1 “en desacuerdo” y 6 “totalmente de acuerdo”).

Los resultados de la encuesta se presentan en la siguiente figura e indican que la valoración de la actividad entre los alumnos de secundaria ha sido excelente.



Así como en años anteriores, esta actividad ha sido propuesta para la Semana de la Ciencia de este año

3.- Metodología empleada en el proyecto.

- 1.- Oferta de la actividad a distintos institutos de enseñanza secundaria.
- 2.- Reuniones de los miembros del grupo con los profesores de enseñanza secundaria para establecer la contextualización de la actividad y el calendario de las actividades a realizar:
 - a.- Organización de las actividades.
 - b.- Trabajo previo de los alumnos para conocer cuál sería el diseño experimental que permitiría resolver la pregunta.
- 3.- Trabajo en el laboratorio
 - a.- Organización de los espacios docentes de acuerdo con la actividad a desarrollar. En este punto será imprescindible la ayuda del personal de administración y servicios.
 - b.- Organización y diseño del taller online.
 - c.- Recopilación del material gráfico.
- 4.- Generación y análisis de las encuestas de valoración de los conocimientos adquiridos.
- 5.- Diseño y maquetación de una infografía mediante el programa Piktochart.
- 6.- Elaboración del informe final.

4.- Recursos humanos.

La mayoría de los profesores que han participado en el proyecto pertenecen a la unidad de Genética (Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología) y forman parte de distintos grupos de investigación.

Por un lado, esta posición les permite tener una amplia experiencia en la docencia de la Genética, tanto en asignaturas del Grado en Biología, (Genética, Métodos en Biología, Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica, Biología del Desarrollo, Biología Evolutiva, Proyectos y Estudios en Biología, Genética Humana, Análisis Biológico y Control de Calidad, Cultivos Celulares y Transgénesis, Iniciación a la Investigación, Trabajo de Fin de Grado) como del Grado de Bioquímica (Biología, Laboratorio integrado de Biología, Biotecnología de Plantas), y en diversos Másteres.

Por otro lado, puesto que cada miembro del proyecto pertenece a un campo de investigación diferente dentro del ámbito de la Genética, su participación enriquece sumamente el proyecto, ya que éste es abordado desde diferentes perspectivas.

En el proyecto, la participación del personal de administración y servicios de la Unidad de Genética, que habitualmente colabora con la docencia práctica, ha sido necesaria para el desarrollo de las actividades propuestas.

Profesores participantes

M Rosario Linacero de la Fuente (responsable), F Javier Espino Nuño, F Javier Gallego Rodríguez, Mónica Pradillo Orellana, Mónica González Sánchez, María del Pilar de Arana Montes, Beatriz Beroiz Remírez. Nieves Cuñado Rodríguez, Ana Margarita Figueiras Merino, Félix Gil Dónes, Alicia de la Peña Gómez, Juan Manuel Vega Melero.

Personal de Administración y Servicios:

José Barrios Díaz, Carolina Llanos Saavedra, María del Carmen Moreno Ortiz.

Personal en Formación: Francesco Blasio, Nadia Fernández, Isabel García, Esther Lantero, Jaime Lira, Belén Méndez.

Otros: Marina Martínez, Profesor Ayudante Doctor de la Universidad Politécnica de Madrid

5.- Desarrollo de las actividades.

Las actividades realizadas han sido las siguientes:

1.-En el laboratorio, de forma presencial, los estudiantes han realizado un trabajo experimental para responder a la pregunta inicial, si existe o no fraude. Las tareas a realizar en el laboratorio serán:

- 1.1. Extracción de ADN de las muestras problema (carne de las hamburguesas) y del material control.
Toma de muestras.
Extracción de ADN de las distintas muestras.
- 1.2. Amplificación mediante PCR de un marcador específico de caballo.
Diseño de los cebadores para amplificar una región del ADN mitocondrial de caballo.
Preparación de la PCR del marcador mitocondrial.
- 1.3. Realización de la electroforesis con el ADN amplificado.
Preparación del gel de agarosa.
Realización de la electroforesis.
Observación de los fragmentos amplificados y cálculo de su tamaño.
- 1.4. Interpretación los resultados obtenidos y obtención de las conclusiones.
Resolución del caso.

Al final de la actividad se ha analizado si la experiencia propuesta tiene el impacto esperado: Que los alumnos entiendan el método científico y sus aplicaciones. El sistema propuesto para evaluar este impacto es el diseño de encuestas que los profesores y los estudiantes han de completar al final de la actividad con su profesor de secundaria. La actividad presencial se realizó con dos grupos de 15 alumnos de 1º de bachillerato.

2.-Talleres virtuales

Para explicar cómo se aplica la metodología de la PCR a problemas de la vida real, se han realizado talleres online utilizando la herramienta Zoom de forma síncrona. Se ha planteado un caso real para las que los alumnos y profesores de secundaria puedan indagar en las distintas bases de datos genómicas

El planteamiento del taller, con una primera parte expositiva interactiva, y una segunda participativa con la creación de grupos de trabajo con un investigador de apoyo, ha ofrecido al alumnado la posibilidad de especular, explorar, justificar y argumentar, todos ellos procesos cognitivos de alto nivel.

Tras las presentaciones, los estudiantes vieron la estructura del taller para contextualizar la introducción teórica y que prestaran atención puesto que la iban a necesitar para resolver el problema forense de un caso de agresión sexual con sospechosos gemelos. En la introducción se pidió su participación con distintas preguntas tipo encuesta y libres. Después, se les expuso el caso legal de manera cronológica y se les fue haciendo participar como expertos genetistas en su desarrollo usando técnicas de “escoge tu propia aventura” para que se involucraran más. El trabajo por grupos se guió con 4 preguntas y con el investigador de apoyo como orientación. Cada grupo tomó el papel del equipo de genética de distintas universidades y centros de investigación españoles, como elemento de “role-playing”. Tras la exposición de sus respuestas y una puesta en común, decidieron lo que iban a transmitir a la jueza para la aplicación o no de técnicas genéticas novedosas para la identificación de los gemelos. Se les presentó los resultados obtenidos y se realizó

una encuesta final para ver si los consideraban concluyentes o no. Se cerró el taller contándoles la decisión de la jueza sobre las nuevas técnicas y comentando el caso real y cómo la comunidad científica ha proporcionado más estudios y evaluado los resultados de estos test en la actualidad.

El taller online se llevó a cabo con un grupo de 23 alumnos de 1º de bachillerato de diferentes itinerarios académicos, del IES Cardenal Cisneros.

La experiencia ha sido muy positiva al poder discutir, mediante razonamientos genéticos, los problemas de un caso real. De los 23 estudiantes, 21 han elegido la asignatura de biología en 2º de bachillerato, lo que supone más del 91%, y un cambio de itinerario para varios de ellos.

Se presenta el esquema del trabajo realizado con los alumnos de secundaria

